Vol.13, No.2, Summer 2024, pp.186-209 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2023.82684.1375 Open access

Spatial Identity of Landslide Risk in Eastern Alamut (Case Study: Ovan Lake)

Gholam Hassan Jafari[*a], **Mobina Timaji**[b]

[a] *Associate Professor of Geomorphology, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran*
[b] *M.Sc. of Geomorphology, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran*

Received: 30 May 2023 ***Revised: 30 June 2023*** ***Accepted: 3 July 2023***

Abstract

The spatial identity plan and the effects that this component has in the analysis of the distribution patterns of natural and human phenomena and their arrangement have opened new horizons in the knowledge of geomorphology. The introduction of cognitive fields such as space arrangement and phenomenology and the creation of novel concepts in geomorphology has doubled the power of this knowledge. Such ability reveals the role of place in spatial behaviors and events. In this article, by relying on the drawing techniques of understanding, the relationship between the theoretical and epistemological foundations of the spatial identity of the lake is explained at a certain level and scale. For this purpose, we counted the geomorphic evidence and explored their role in the identification of Ovan Lake. Landslide occurs mainly due to the interaction of different vectors. The issue under discussion is how the vectors affecting the landslide that created Ovan Lake interact. To answer this question, in addition to field survey, 30-meter digital elevation model (DEM) data derived from SRTM sensor were used. All the data collected remotely were reprocessed and geometrically corrected by land data collection and GPS data then they were entered into Arc GIS and Global Mapper software, and we analyzed the lithology, climate and topography of the place. The results indicate that several factors have contributed to the formation of the Ovan landslide: 1- The material of rocks in the basin, 2- Temperate and semi-humid climate conditions of the basin, 3- Faults that cause different stones to collide and connect with each other, 4- Evidence of changes in the base level of shahroud and Jeneh River, 5- Existence of water under pressure (Artesian), 6- Change in thickness and cement of Andaj conglomerate in the vicinity of Ovan lake, 7- Change in topography and hydrology conditions locally, due to the occurrence of small landslides.

Keywords: Historical Landslide ,Spatial Identity , Digital Elevation Models - DEM, Lithological Analysis, Alborz- Iran, Lake Ovan

---

[*] .Corresponding author: Gholam Hassan Jafari Email: jafarihas@znu.ac.ir Tel: +989177519227

How to cite this Article: Jafari, H., & Timaji, M. (2024). Spatial Identity of Landslide Risk in Eastern Alamut (Case Study: Ovan Lake) . *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *13*(2), 186-209

جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱٤۰۳، ص ۲۰۹-۱۸٦ ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

نشریه علمی
جغرافیا و مخاطرات محیطی

مقالهٔ پژوهشی DOI: 10.22067/geoeh.2023.82684.1375 دسترسی آزاد

هویت مکانی خطر زمین‌لغزش در الموت شرقی (مطالعه موردی: دریاچه اُوان)

غلامحسن جعفری[1] - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

مینا تیماجی - کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۳/۹ تاریخ بازنگری: ۱٤۰۲/٤/۹ تاریخ پذیرش:۱٤۰۲/٤/۱۲

چکیده

طرح هویت مکانی و تأثیراتی که این مؤلفه در تحلیل الگوهای پراکندگی پدیده‌های طبیعی و انسانی و چیدمان آن‌ها دارد افق‌های تازه‌ای در دانش ژئومورفولوژی گشوده است. در این مقاله با اتکا به تکنیک‌های ترسیمی، ارتباط بنیان‌های نظری و معرفتی هویت مکانی دریاچه در سطح و مقیاس خاصی تبیین می‌گردد. به این منظور شواهد ژئومورفیک احصاءشده و نقش آن‌ها در هویت‌سازی دریاچه اُوان مورد کنکاش قرار می‌گیرد. زمین‌لغزش عمدتاً براثر تعامل بردارهای مختلف رخ می‌دهد. برای پاسخ‌گویی به این مسئله علاوه بر پیمایش میدانی، از داده‌های مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۳۰ متری سنجنده SRTM، استفاده شد. داده‌های جمع آوری شده بعد از ارزیابی و تصحیح هندسی وارد نرم‌افزار Arc GIS و Global Mapper گردید و در ارتباط با لیتولوژی، اقلیم و توپوگرافی محل تجزیه‌وتحلیل گردید. نتایج دال براین است که در شکل‌گیری دریاچه اوان، تعامل چنین بردارهایی نقش داشته‌اند: ۱- لیتولوژی متفاوت حوضه، ۲- شرایط اقلیم معتدل و نیمه مرطوب، ۳- همجواری و اتصال لیتولوژی‌های مختلف براثر گسل، ٤- تغییر سطح‌اساس شاهرود و رود جنه، ۵- وجود آب تحت‌فشار (آرتزین)، ٦- تغییر ضخامت و سیمان کنگلومرای اندج در مجاورت دریاچه اُوان، ۷- تغییر شرایط توپوگرافی و هیدرولوژی به‌صورت محلی، بر اثر وقوع زمین‌لغزش‌های کوچک.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لغزش تاریخی، هویت مکان ، مدلهای رقومی ارتفاعی ، تحلیل سنگ شناسی، البرز-ایران، دریاچه اوان

۱ . نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۷۵۱۹۲۲۷ Email: jafarihas@znu.ac.ir

مقدمه

طرح هویت مکانی و تأثیراتی که این مؤلفه در تحلیل الگوهای پراکندگی پدیده‌های طبیعی و انسانی و چیدمان آن‌ها دارد افق‌های تازه‌ای را در دانش ژئومورفولوژی گشوده است، افق‌های جدیدی که تعامل متقابل پدیده‌های مختلف را بیش‌ازپیش روشن می‌کند. شاید بتوان ادعا نمود، با ورود حوزه‌های معرفتی چون چیدمان فضا و پدیدارشناسی و خلق مفاهیم بدیع در ژئومورفولوژی، توانمندی این دانش را در تحلیل‌های پدیداری و ژئومورفیک دوصد چندان می‌کند. چنین توانمندی نه‌تنها تأکید مضاعفی بر درهم تنیدگی اجزاء و عناصر مختلف دارد، بلکه نقش مکان را در رفتارها و رخدادهای فضایی برملا می‌کند. حرکات توده‌ای ازجمله پدیده‌های مورفودینامیک هستند که تحت تأثیر عوامل مختلفی در سطح دامنه‌های مناطق کوهستانی به وقوع می‌پیوندند و مهم‌ترین آن‌ها زمین‌لغزش در اشکال مختلف است؛ زمین‌لغزش‌ها را می‌توان به‌عنوان حرکت توده‌ای از سنگ مواد واریزه‌ای و یا بخشی از زمین در جهت شیب دامنه تعریف کرد (Khodaei Geshlag, Roostaei, Mokhtari, & Valizadeh Kamran, 2021; Yar Ahmadi, & Roostaei, 2018). این پدیده طبیعی که از پایین افتادن یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد رسوبی در امتداد دامنه‌ها رخ می‌دهد؛ سرعت عملکرد و اغلب وسعت دیدنی و فاجعه باری دارد و ممکن است ده‌ها و صدها هزار مترمکعب سنگ و خاک را یکجا تحت تأثیر قرار دهد (Entezari, Entezari, & Izadi, 2014; Ramezani & Ebrahimi, 2010; Refahi, 2003) و منجر به تخریب جاده‌های ارتباطی مراتع مناطق کوهستانی و ایجاد فرسایش و رسوب در آبخیزها گردد (Karimi Sengchini, Ong, & Saaduddin, 2016; Yavari Ramshe., & Ataei Ashtiani, & Najafi Jilani, 2009; Garaee, 2011) . این رخداد زمین‌شناسی عمدتاً بر اساس تلفیقی از فرآیندهای مختلف در مناطق با توپوگرافی کوهستانی و با لیتولوژی رسوبی رخ می‌دهد(Moghimi, Alavi Panah, & Jafari, 2008). متغیرهایی همچون شرایط مورفوتکتونیک هیدروژئولوژیکی، وضعیت توپوگرافی و مورفولوژی، وضعیت آب‌وهوایی و هوازدگی تراکم پوشش گیاهی و کاربری اراضی بر پایداری شیب و وقوع زمین‌لغزش اثر می‌گذارند(Roostaei & Ahmadzadeh, 2012). درنتیجه اثرگذاری عوامل مذبور، تعادل مواد موجود در دامنه‌ها برهم‌خورده و بلافاصله شروع به لغزش می‌کند (Kamranzad, Mohasel Afshar, Mojarab, & Memarian, 2016). در قرن بیستم بیشترین حادثه وقوع زمین‌لغزش، قاره آسیا گزارش‌شده است (۲۲۰ مورد) (Mokaram, & Shaygan, 2018).

(Knight, 1982) در بررسی هویت، قلمرو و دیدگاه‌های جغرافیایی در ارتباط با ناسیونالیسم و منطقه‌گرایی، با استفاده از روش پرسشنامه‌ای به این نتیجه رسید که «مشروعیت» یک هویت سرزمین، به مقیاس انتزاعی محقق بستگی دارد. مشکل اصلی در تعریف ملت نهفته است. در یک سطح از انتزاع، یک ملت، جنبه منطقه‌ای به خود می‌گیرد، درحالی‌که گروه‌های پراکنده (در مناطق مختلف) هویت یک ملت را تبیین می‌کنند.(Paasi, 1997) به

بررسی دیدگاه‌های جغرافیایی در مورد هویت ملی با استفاده از روش تحلیلی پرداخت و به این نتایج دست یافت که هویت ملی و ملی‌گرایی مقوله‌هایی زمینه‌ای و هم‌آزمایی هستند و رویکردی انتقادی را پیشنهاد می‌کنند و استدلال می‌شود که هویت‌های ملی به‌طور مستمر توسعه می‌یابند و تغییر می‌کنند، به‌طوری‌که هر نسل آن را اصلاح می‌کند. (Kang, 2009) در بازنگری نقش مکان‌های جغرافیایی در شکل‌گیری هویت، به این نتایج دست یافت که وجود اینترنت در شکل‌گیری هویت یک جامعه پر جمعیت و جوان، نقش اساسی دارد؛ این عامل، مرزهای داخلی و خارجی مکان را به چالش کشیده است؛ چراکه بر فرهنگ و دانش مکان‌های مختلف تأثیر ویژه‌ای می‌گذارد. (Masso, 2010) در بررسی جغرافیایی شکل‌گیری هویت، به این نتیجه رسید که هویت از منابع مختلف نشأت می‌گیرد. خلاقیت در مدیریت هویتی به جای فعالیت‌های فرهنگی، یک پیش‌نیاز مهم اجتماعی است. ترکیبی از هویت و فضای جغرافیایی مکان را شکل می‌دهند. Kashi, & Bonyadi, (2013) مدل هویت مکان، حس مکان و عناصر و ابعاد مختلف آن را با استفاده از روش اسنادی تبیین نموده و به این نتایج رسیدند که هویت مکان را می‌توان معادل با حس «مکانِ ما» دانست؛ هویت جنبه بخشیدنی به مکان را ندارد، بلکه طی زمان و فرآیندهای مختلف توسط انسان شکل می‌گیرد؛ البته ابتدا لازم است از طریق عوامل فیزیکی، فعالیت و معنا، به‌عنوان مؤلفه‌های تشکیل دهنده هویت، اقداماتی در راستای رسیدن به هویت مکان انجام شود. بدیعی ازنداهی و Badiee Azandahie, & Pooyande (2013) در بررسی پدیدارشناسی رابطه هویت و مکان در مقیاس‌های جغرافیایی به این نتایج دست یافتند که «مکان» مجموعه متنوعی از پیوندها و شبکه‌های ارتباطی و یا فرایندهای اجتماعی است که در مقیاس‌ها و فواصل گوناگون در جریان است و «هویت» پاسخی به نیاز طبیعی انسان، برای شناساندن خود، با یک سلسله عناصر و پدیده‌های فرهنگی، تاریخی و جغرافیایی است که تحت تأثیر همین فرایندها در مقیاس‌های گوناگون جغرافیایی شکل می‌گیرد. Ami Ahmadi & Mahmoudi, (2016) در بررسی جایگاه هویت مکانی در هویت معماری ایران، با استفاده از روش کتابخانه‌ای به این نتایج دست یافتند که با توجه به بحران هویت در زمان حال و به‌خصوص نمود آشکار آن در معماری امید است چنین پژوهش‌هایی بتواند در این زمینه راه گشا باشد و ابعاد تازه‌ای از هویت و جایگاه صحیح آن را در معماری معاصر ایران به نمایش بگذارد. سپهوند و رامشت (۱٤۰۱) با استفاده از روش پدیدارشناختی و اتکا به تحلیل چهار متن از نظریه‌های جغرافیایی، به بررسی هویت مکانی پرداختند و به این نتایج دست یافتند که هویت مکانی گاه سبب شکل‌گیری نظم خاصی در چشم‌اندازهای گوناگون محیطی به‌عنوان یک واحد متکثر به نام دستگاه جغرافیایی می‌شود و هویت مکانی یک ویژگی شناخت‌شناسی در قلمرو خُرد عاطفی انسان است. Anabestani & Moeini, (2021) به بررسی تأثیر هویت مکانی بر زیست‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی

پیراشهری کلانشهر مشهد پرداختند و با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور به این نتایج دست یافتند که هرچه هویت مکانی زیست‌پذیری در بین روستاییان بالاتر می‌شود، متغیر تمایز به میزان صفر تا صد اثر مستقیم بر متغیر زیست‌پذیری دارد.

Van Westen, Seijmonsbergen, & Mantovani, (1999) در مقایسه نقشه‌های خطر زمین‌لغزش با روش تجزیه‌وتحلیل آماری، به این نتایج رسیدند که ژئومورفولوژیستها می‌توانند معیارهای خطر را مشخص کنند(خطر زیاد، خطر متوسط، خطر کم) و بینشی بهتر برای قوانین تصمیم‌گیری در ارتباط با زمین‌لغزش ارائه نمایند. Lee, Ryu, Won, & Park, (2004) در بررسی خطر زمین‌لغزش از طریق سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، عکس هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به این نتایج رسیدند که شیب و جهت و انحنای توپوگرافی از مهم‌ترین عوامل تشدید کننده دامنه‌ها در ایجاد لغزش هستند. یافته‌های Malamud, Turcotte, Guzzetti, Reichenbach, (2004) در بررسی زمین‌لغزش‌های جهان دال بر این است که یک لندفرم زمین‌لغزشی می‌تواند از یک رخداد یا حتی هزاران رخداد زمین‌لغزشی به وجود آمده باشد. Guzzetti, Reichenbach, Cardinali, Galli, & Ardizzone (2005) در ارزیابی خطر زمین‌لغزش با استفاده از عکس هوایی و تجزیه‌وتحلیل آماری، به این نتیجه رسیدند که یک مدل احتمال برای تعیین خطر زمین‌لغزش در مقیاس حوضه‌ای می‌تواند مفید باشد؛ این‌گونه مدل‌ها پیش‌بینی می‌کند که زمین‌لغزش‌ها بیشتر در چه مکان‌هایی، با چه ابعاد و تعداد دفعاتی رخ می‌دهند. Valdés Carrera, Mendoza, Allende, & Macías (2021) در بررسی مروری مطالعات اخیر خطر زمین‌لغزش آمریکای لاتین در مقالات منتشرشده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ به این نکته اشاره نمودند که در تحقیقات زمین‌لغزش آمریکای لاتین لازم است از روش‌ها، ابزارها و تکنیک‌های جدید استفاده گردد. Panchal & Shrivastava, (2022) ضمن ارزیابی‌خطر زمین‌لغزش با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، به این نتیجه رسیدند که زمین‌لغزش تحت تأثیر تراکم گسل، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی، رطوبت، توپوگرافی و فاصله از جاده ایجاد می‌شود. Shano, Raghuvanshi, & Meten, (2022) در بررسی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه کوه‌های گامو در جنوب اتیوپی، با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک، تجزیه‌وتحلیل آماری و GIS، به این نتایج دست‌یافتید که فاصله از گسل، آبراهه، منابع آب زیرزمینی، لیتولوژی و جهت بیش‌ترین سهم را در وقوع زمین‌لغزش دارند.

Memarian & Sayarpour, (2006) در بررسی و پهنه‌بندی نقش پارامتر شیب دامنه در بروز و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، به این نتایج دست‌یافتید که دامنه‌های رو به شمال و شمال شرق بیشتر و دامنه‌های رو به غرب و جنوب غرب کمتر از متوسط تراکم سطحی دچار ناپایداری دامنه‌ای شده‌اند. یافته‌های Klarstaghi, Habibnejad, & Ahmadi, (2008) در بررسی وقوع زمین‌لغزش‌ها در ارتباط با تغییر کاربری اراضی و جاده‌سازی حوضه آبخیز تجن، حاکی از آن است که بیشترین تراکم وقوع زمین‌لغزش، در فاصله ۷۵ متری از

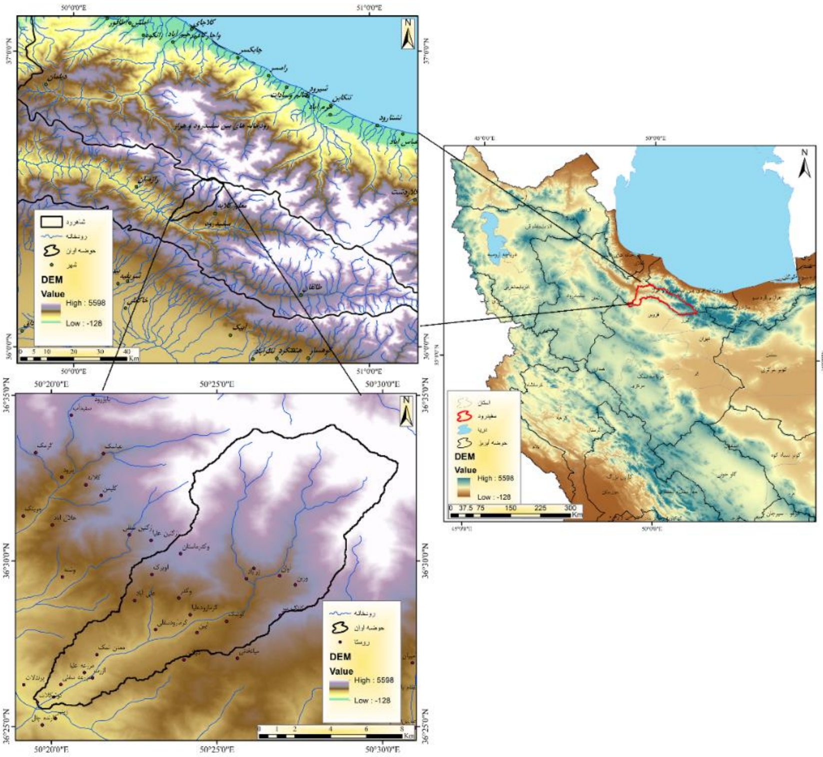
مرکز جاده رخ داده است. پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های ایران توسط (Entezari, & Izadi, 2014) در مقیاس ملی و منطقه‌ای و محلی دال بر این است که با توجه به توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، زمینه وقوع طیف وسیعی از زمین‌لغزش‌ها وجود دارد. Ghazanfari, Kave Ahangar, & Salavati, (2016) در بررسی ویژگی‌های بافتی نهشته‌ای با استفاده از ابزار چنگه نمونه‌گیر وان وین در کرانه‌ی جنوب خاوری دریاچه اُوان، به این نتایج دست‌یافتید که بیشتر نهشته‌های بستر دریاچه سیلت ماسه‌ای و گل با ۲ تا ۵ درصد ماده آلی است. Jamalabadi, Safari, Borabadi, & Al-Mohammad, (2021) در بررسی، شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش دهستان زاورود بر اساس مدل تلفیقی فازی به این نتایج رسیدند که منطقه ازنظر پتانسیل لغزش در چهار رده طبقه‌بندی و میزان لغزش‌پذیری منطقه از خیلی زیاد، زیاد، متوسط تا کم متغیر است.

یکی از فرضیه‌های موجود در ارتباط با شکل‌گیری دریاچه اُوان وقوع زمین‌لغزش بر اثر زلزله است (Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019). یکی از مهم‌ترین زمین‌لرزه‌های این منطقه، زلزله ۲۰ آوریل ۱۶۰۸ الموت رود (۷/٦ ریشتر) بوده است (Berberian, & Walker, 2010). زمین‌لرزه پنج روستای شمال شرقی قزوین، معلم کلایه، شمس کلایه، استالابر و آناده را که بر روی ملاس نئوژن قرمز ساخته‌شده بودند، ویران کرد و ساکنان آن‌ها را از بین برد (۳۰۰۰ نفر) (Ambraseys & Melville, 1983; Berberian, & Walker, 2010). بااین‌حال، دریاچه آشکارا خیلی زودتر از زلزله ۱۶۰۸ شکل گرفته است. یکی دیگر از زمین‌لرزه‌های مهم قبلی، زلزله ۱۵ اوت ۱٤۸۵ تنکابن–شکوربوده (Ambraseys & Melville, 1983; Berberian, Jackson, Ghorashi, & Kadjar, 1984) که دریاچه‌ها در ناحیه میزوسیسمی آن قرار گرفته‌اند. زمین‌لرزه‌های مهم دیگری بر روی گسل طالقان در شرق (به‌عنوان‌مثال، (Nazari, et al., 2009) یا در منطقه قزوین (به‌عنوان‌مثال، Berberian, Qorashi, Jackson, Priestley, & Wallace, 1992) این منطقه را تحت تأثیر قرار داده است، اما ارتباط دادن زمین‌لغزش دریاچه به زلزله خاص بدون تاریخ‌گذاری مشکل است. هدف اصلی نویسندگان در این مقاله، پاسخ‌گویی به این سؤال است: دریاچه اوان چگونه به وجود آمده است؟ برای پاسخ‌گویی به آن، نویسندگان قبل از هر چیز، ذهن خود را از هرگونه پیش‌داوری خالی نمودند تا بتوانند به سؤال مطرح شده به‌صورت پدیدارشناسانه برخورد نمایند. با مراجعه مکرر و برنامه‌ریزی‌شده به منطقه و مشاهده لندفرم‌های موجود، به‌صورت انتزاعی و سلسله مراتبی، سعی گردید در راستای یافته‌های پژوهشگران قبلی، پاسخ دقیق‌تری به سؤال داده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه شاهرود ازجمله مناطقی است که به علت داشتن انواع لیتولوژی، شیب‌های دامنه‌ای نسبتاً تند، بارندگی و رطوبت فراوان مستعد زمین‌لغزش است. واحدهای زمین‌شناسی آن به علت فراوانی رسوبات مارن، شیل، سیلت و رس، در مقابل فرسایش و وقوع زمین‌لغزش بسیار حساس هستند. منطقه اُوان به‌عنوان یکی از مناطق توریستی و گردشگری به‌خصوص در فصول بهار، تابستان و اوایل پاییز، منطقه‌ای با پتانسیل زیاد در جذب گردشگر است؛ چراکه علاوه بر وجود دریاچه، دارای چشم‌اندازهای بی‌نظیری از کشاورزی سنتی (با محصولات متنوع)، پوشش گیاهان داروئی مختلف و مهم رودخانه‌های پر آب با تند آب‌ها و آبشارهای متعدد است (Mohibian, Ghazanfari, & Ahankar, 2011; Madi, Beh Afrid, Asadiha, & Tehranchi, 2014; Masso, 2010; Amir, 1379). آ (آب) + وان (مخزن) یعنی روستایی که به دلیل قرارگیری در کنار چشمه‌ها و دریاچه به‌عنوان مخزن آب معروف بوده است. دریاچه در یک چاله واقع‌شده که در شمال آن آثاری از یک لیتولوژی مقاوم آندزیتی، به‌صورت برجسته رخنمون دارد؛ همانند کتاب‌بازی که یک‌طرف آن چاله (آب) و طرف دیگر برآمدگی (خشکی) باشد. حوضه آبخیز اُوان، بخش کوچکی از حوضه آبخیز بزرگ سد سفیدرود است. در قسمت جنوبی دریاچه یک مسیل وجود دارد که در فصول پرآبی، با سرریز شدن دریاچه، آب‌های اضافی از دریاچه خارج می‌شود و برای کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرد. دریاچه در مختصات جغرافیایی ۳٦ درجه، ۲۸ دقیقه، ۵۸ ثانیه شمالی و ۵۰ درجه، ۲٦ دقیقه، ۳۷ ثانیه شرقی و در ارتفاع ۱۸۱۱ متری از سطح دریا در حلقه چهار روستای، وربن، زواردشت و زرآباد و در ۷۵ کیلومتری شهر قزوین قرار دارد (شکل ۱). دریاچه اوان به شکل حفره‌ای است و عمق آن به‌طور متوسط ۵/۷ متر است و عمیق‌ترین قسمت آن تا ۲۰ متر نیز گزارش‌شده است. طول آن ۳۲۵ متر و عرض آن ۲۷۵ متر است و احتمالاً ۵۰۰ سال پیش براثر لغزش به وجود آمده است (Mohibian, Ghazanfari, & Ahankar, 2011). مساحت دریاچه بدون حاشیه مرطوب ۷ هکتار است و با احتساب حاشیه مرطوب آن از روی نقشه حدود ۹ هکتار است (Borji, & Naserul Mamar, 2016). مساحت واحد هیدرولوژیک منتهی به دریاچه ۵۲۱/۷۹ هکتار است و طول بلندترین آبراهه منتهی به دریاچه، در حدود ٤ کیلومتر، حداکثر ارتفاع آن ۲۷٤۱ متر است(Ashjari, 2020). در داخل منطقه دوشاخه مهم رودخانه اُوان و زرآباد به هم می‌رسند و رودخانه جنه را به وجود می‌آورند(Safari, et al., 2016).

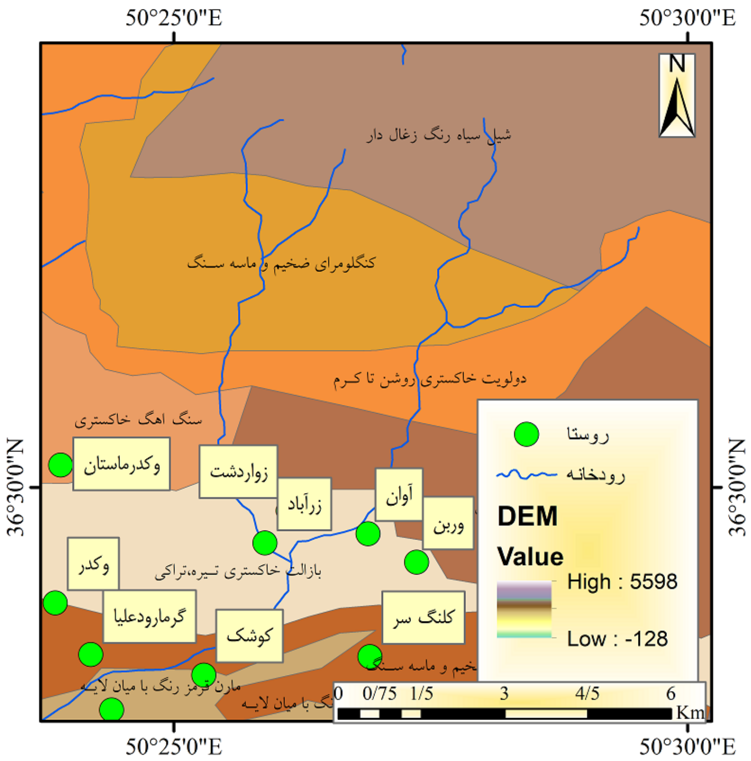


شکل ۱- موقعیت حوضه اوان در ایران و حوضه شاهرود

Fig.1. Location of the Ovan catchment in Iran and the Shahroud Basin

حوضه آبریز الموت-شاهرود در البرز مرکزی، با رودخانه‌هایی هم‌راستا با گسل‌ها یا چین‌خوردگی‌های منطقه است؛ امتداد گسل‌ها در دو راستای غالب شمال باختری و جنوب خاوری و باختری- خاوری است. سازوکار گسل‌ها رورانده، نرمال، امتدادلغز و گسل‌های فرعی دیگر است (Pasban, Khodabakhsh, Garibreza, Kabiri, & Bahiraei, 2018). این منطقه در بخش جنوبی خطالرأس اصلی رشته‌کوه‌های البرز، سنگ‌ها و نهشته‌های وابسته به دوران نوزیستی زمین‌شناسی را شامل می‌شود که دربرگیرنده سازند کرج نهشته‌های میوسن و کواترنری است. سازند کرج (پالئوژن) ازلحاظ لیتولوژیکی شامل توالی به نسبت ستبری از توف‌های سبزرنگ، سنگ‌های رسوبی و گدازه‌های آتش‌فشانی و به‌ندرت تبخیری است (Mohibian, Ghazanfari, & Ahankar, 2011). مهم‌ترین سازندهای کربناته الموت سازندهای سلطانیه، روته، الیکا، لار و تیزکوه، است (Ghazanfari, Kave Ahangar, & Salavati, 2016) (شکل ۲). دولومیت خاکستری تیره با باندهای تیره چرت به‌عنوان سازند سلطانیه و مارن قرمزرنگ با بین لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و کنگلومرا و گچ، شیل خاکستری متمایل به سبز دولومیت و ماسه‌سنگ به‌عنوان سازند باروت شناخته شده است. ستبرای کلی سازند سلطانیه، حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر است که به‌طور عمده توسط گسل‌های مختلف قطع و جابه‌جا شده‌اند که روی آن شیل‌های ارغوانی و ماسه‌سنگ‌های آرکوزی سازند زایگون قرار می‌گیرند. کنگلومرای ضخیم تا توده‌ای خاکستری‌رنگ با سخت شدگی خوب و قطعات کوچک و بزرگ ولکانیک با ترکیب‌های متفاوت و سیمان ولکانیکی با جور شدگی و

گرد شدگی ضعیف تا متوسط همراه با لایه‌هایی از ماسه‌سنگ‌های خاکستری تا قرمز دانه‌ریز تا دانه‌متوسط است. ستبرای این کنگلومرای در اطراف حوضه تا حدود ۳۰۰ متر می‌رسد. گسله راندگی دیکین با درازای ۲۰ کیلومتر با روند شمال باختری- جنوب خاوری و گسل خشچال با طول تقریبی ۳۹ کیلومتر، باعث رانده شدن نهشته‌های سازند کامبرین زیرین باروت بر روی سازند تریاس میانی - ژوراسیک زیرین شمشک و در بخش‌هایی بر روی واحدهای پالئوزوئیک بالایی شده است (Asgari, Yassaghi, & Madanipour, 2015).



شکل ۲- نقشه لیتولوژیکی حوضه اوان (الف) و گسل‌های اطراف حوضه اوان (ب)

Fig.2. Lithological map of the Ovan catchment (a) and surrounding faults of the Ovan catchment(b)

روش انجام پژوهش

در این پژوهش، با خالی کردن ذهن، از هرگونه پیش‌داوری در مورد چگونگی شکل‌گیری دریاچه اوان، با مراجعه مستقیم به حوضه دریاچه در چندین نوبت و تجزیه‌وتحلیل توپوگرافی مناطق اطراف دریاچه، در ارتباط با حرکات دامنه‌ای، مراحل شکل‌گیری این دریاچه تجزیه‌وتحلیل گردید. پیمایش میدانی در دو جهت درون و برون حوضه انجام شد. در پیمایش برون حوضه‌ای، در امتداد کنگلومرای اندج، اثرگذاری عوامل بیرونی بر این نوع لیتولوژی ردیابی گردید. در پیمایش حوضه‌ای توجه بیشتر معطوف به چگونگی فرایندهای دامنه‌ای در لیتولوژی‌ها و ارتفاعات متفاوت بود. در مشاهدات و مطالعات میدانی مناطق بالادست دریاچه اوان، آثار

زمین‌لغزش‌های متعددی که گاه به‌صورت حوضه‌های بسته در آمده بودند مشاهده گردید؛ آن‌ها آثار آبگیری دوره‌های مرطوب سال را به‌صورت رسوبات ریزدانه در درون خود به میراث گذاشته‌اند. بر این اساس سعی گردید در چندین مرحله چگونگی وقوع زمین‌لغزشی که منجر به شکل‌گیری دریاچه اوان شده را مورد ارزیابی قرار داد. در این میان برای تأیید یافته‌ها از آمار توصیفی و شرایط اقلیمی نیز کمک گرفته شد: الف) در مشاهدات میدانی، تفاوت بسیار بارز زمین‌لغزش‌های حوضه مورد تأیید قرار گرفت. بر اساس تفاوت‌های مکانی، آن‌ها در سه دسته طبقه‌بندی گردید: ۱- زمین‌لغزش‌های رودخانه‌ای؛ معمولاً رودخانه‌ها در حین حفر کانال اصلی خود دامنه مسلط ه خود را ناپایدار کرده و به‌مرورزمان، ناپایداری از آستانه تعادل محیطی خارج شده و منجر به حرکات توده‌ای مواد بالادست بستر خود می‌شود. ۲- زمین‌لغزش‌هایی دامنه‌ای که ازنظر ارتفاعی مسلط به زمین‌لغزش‌های رودخانه‌ای بودند و معمولاً در دامنه‌های کوهستانی دورتر از کانال آبراهه‌ها رخ‌داده‌اند. ۳- زمین‌لغزش‌های سیرکی - یخچالی هستند که در نواحی مرتفع‌تر دیده شدند. برای تشخیص و تفکیک زمین‌لغزش‌ها، با مشاهده نمونه‌های متعددی از آن‌ها در میدان و بررسی وضعیت انعکاس آن‌ها در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و DEM، به کمک آن‌ها، تمامی زمین‌لغزش‌های حوضه اوان شناسایی و تفکیک گردید. داده‌های زمین‌لغزش جمع‌آوری‌شده از این طریق، با برداشت صحرایی و داده‌های GPS موردبازنگری و تصحیح هندسی قرار گرفت و نوع زمین‌لغزش، مطابق با سیستم مختصات برداشت شده در منطقه، مشخص و وارد نرم‌افزار Arc GIS و Global Mapper گردید. ب) علاوه بر پیمایش میدانی از داده‌های مدل رقومی ارتفاعی (DEM30) متری مربوط به سنجنده SRTM، لایه لیتولوژی و داده‌های اقلیمی (دما و بارش) جهت تأیید یافته‌های میدانی و از آمار توصیفی برای تحلیل آماری آن‌ها استفاده گردید. ۱- انواع زمین‌لغزش‌ها با توجه به نوع لیتولوژی مربوط استخراج و ارزیابی گردید. ۲- با مقایسه مساحت زمین‌لغزش‌های دامنه‌ای با مساحت نزدیک‌ترین زمین‌لغزش به خط‌الرأس، آن‌ها در دو گروه کاهشی و افزایشی تقسیم گردید؛ زمین‌لغزش رودخانه‌ای در این گروه‌بندی قرار نگرفتند. ۳- تراکم زمین‌لغزش با استفاده از رابطه (۱)، درصد تراکم زمین‌لغزش با استفاده از رابطه (۲) و درصد تراکم نسبت به زمین‌لغزش کل حوضه با استفاده از رابطه (۳) به تفکیک لیتولوژی برآورد و تجزیه‌وتحلیل گردید.

$$Dls = \frac{n}{Ali}$$ رابطه (۱)

$$\%Dls = \frac{Als}{Ali}$$ رابطه (۲)

$$Lsb = \frac{Nlb}{\sum Slb}\%$$ رابطه (۳)

DIS: تراکم زمین‌لغزش برحسب N .(Km2): تعداد زمین‌لغزش. Ali: مساحت لیتولوژی برحسب Dls .(Km2): درصد تراکم زمین‌لغزش.Als: مساحت مربوط به هرکدام از زمین‌لغزش‌ها. Ali: مساحت

لیتولوژی برحسب (Km2). Lsb: درصد تراکم نسبت به زمین‌لغزش کل حوضه. Nli: تعداد زمین‌لغزش واقع در هر لیتولوژی. ∑Slb: تعداد کل زمین‌لغزش‌های حوضه.

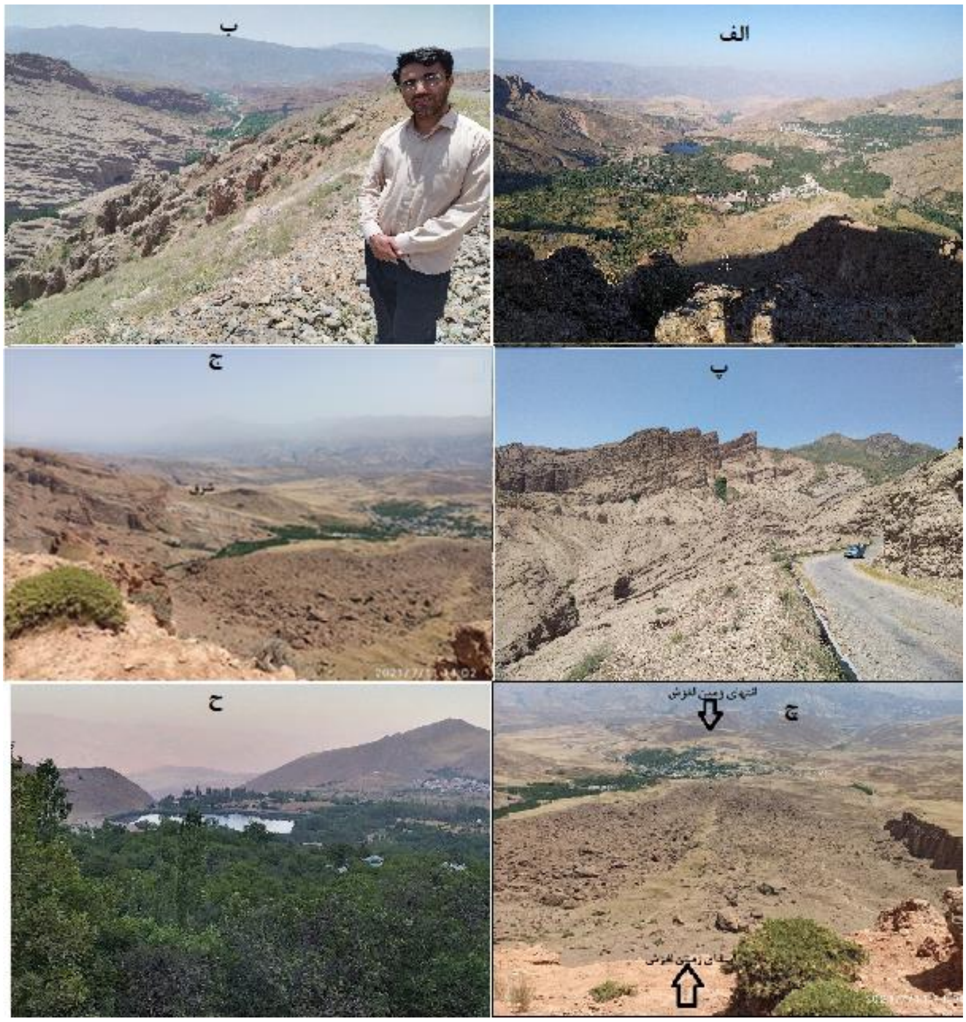
ج) در پایان با استناد به موارد فوق و با توجه به موقعیت خاص دریاچه اوان از نظر لیتولوژیکی و هیدرولوژیکی، چگونگی شکل‌گیری آن تبیین گردید. در این مرحله با انسجام فکری که از وضعیت موجود فراهم شده بود، دریاچه اوان، از یک طرف به‌عنوان یک زمین‌لغزش در راستای زمین‌لغزش‌های دیگر و از طرف دیگر با توجه به موقعیت منحصربه‌فردی که دارد، مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

کنگلومرای اندج در حدود ۱۵ کیلومتر، در امتداد شرقی– غربی، بین شیل، شیل ژیپس دار، گل‌سنگ ژیپس دار و شیل سیلتی باکمی ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک (واحد سبز و قصرقند) در جنوب و بازالت و آندزیت با بافت حفره‌ای در شمال و باضخامت نزدیک به ۱۰۰۰ متر، در مسیر اندج –اُوان رخنمون دارد. وضعیت قرارگیری لایه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی دره‌های رودخانه‌ای، دال بر تحمیل رود (پسینه رود) بودن رودخانه‌ها در این نوع لیتولوژی است. شروع رخنمون کنگلومرا از شرق روستای اندج است و رودخانه اندج به‌صورت عمود آن را قطع می‌کند (شکل ۳. ب). این بخش ضخیم‌ترین و مقاوم‌ترین قسمت کنگلومرا است؛ به‌گونه‌ای که رودخانه، در این بخش دره‌ای به عمق ۸۴۲ متر حفر نموده و منجر به شکل‌گیری تافونی‌های زیبا و بی‌نظیری در صخره‌ها شده که تحت عنوان صخره‌های اندج می‌تواند در جذب توریست نقش مهمی داشته باشد. در ۵۰۰ متری غرب این صخره‌ها، کنگلومرا به‌صورت مرتفع و قائم، بستر مساعدی برای صخره‌نوردی فراهم نموده است (شکل ۳. پ).

شرایط محیطی متفاوت حوضه معلم کلایه نسبت به حوضه اندج باعث شکل‌گیری چشم‌انداز متفاوت‌تری در کنگلومرا شده است (وسعت کمتر حوضه آبخیز، کم ارتفاع‌تر بودن منطقه مسلط به کنگلومرا، سیمان سست‌تر کنگلومرا، وجود زمین‌لغزش‌های کوچک و متعدد در شیل رسی مسلط به کنگلومرا). تخریب بیشتر کنگلومرا بخش معلم کلایه و نقش کمتر کربنات‌ها در سیمانه شدن آن، شرایط شکل‌گیری صخره‌های لانه‌زنبوری را فراهم ننموده و دره V شکل بازتری در کنگلومرا ایجاد شده است (شکل ۳. ج)؛ در عوض شرایط برای زمین‌لغزش بزرگ فراهم شده است؛ براثر وقوع زمین‌لغزش وسیع با ابعاد چندین هکتار (Khodaie & Jafari, 2022; Rajabi Rezaei Moghadam & Takzare 2022; Beheshti Rad, Feiznia, Selajegeh, & Ahmadi, 2009) گسیختگی‌ای در کنگلومرای معلم کلایه با رخنمون قائم با حداکثر ارتفاع ۲۰۰ متر ایجاد شده است که بلوکه‌های کنگلومرایی ناشی از آن در بخش وسیعی از منطقه قابل‌رؤیت است (شکل ۳. چ). فرسایش‌پذیری شدید رسوبات مارنی غالب در لیتولوژی پایین‌دست کنگلومرا، رخنمون این نوع لیتولوژی را در سینوزیته کوهستان حوضه‌ها به دنبال داشته است. رخنمون گسترده آن‌ها در حوضه معلم کلایه، شرایط را برای ایجاد ترک‌های عمودی در سطح کنگلومرا و نفوذ آب به درون آن شده و وقوع گسیختگی بزرگ‌تر فراهم کرده است.

در حوضه اوان هم ضخامت کنگلومرای اندج کم می‌شود و هم سیمان آن سست‌تر می‌گردد و از طرفی این نوع لیتولوژی بر اثر دخالت گسل در مرز غربی حوضه اُوان محدود می‌شود (شکل ۳. ح). در این مکان نه اثری از صخره‌های مشبک اندج دیده می‌شود و نه همانند معلم کلایه، در کنگلومرا رخنمون قائم به وجود آمده است و به‌احتمال‌قوی زمین‌لغزش بزرگی نیز در کنگلومرا رخ نداده است که در تخلیه مواد چاله اوان نقش داشته باشد.



شکل ۳- دریاچه اوان و تپه قرینه آن. الف. عبور رودخانه اندج از کنگلومرا و ایجاد تنگ و صخره‌های اندج. ب. کنگلومرا تخریب شده و صخره‌ای در نزدیکی اندج. پ. وضعیت خروج رودخانه از کنگلومرا در حوضه معلم کلایه در غرب حوضه. ج. زمین‌لغزش معلم کلایه. چ. وضعیت خروجی رودخانه از کنگلومرا. ح.

Fig.3. Ovan Lake and its adjacent hill. a. The passage of the Andaj River through conglomerate and the formation of the Andaj gorge and cliffs. b. Weathered conglomerate and cliff near Andaj. c. The condition of the river's exit from the conglomerate in the Moa'lam Kelaye basin in the western part of the basin. d. Landslide in Moa'lam Kelaye. e. The condition of the catchment outlet from the conglomerate.

برای بررسی وضعیت زمین‌لغزش مؤثر در شکل‌گیری دریاچه اُوان، از دو پارامتر آب و هوایی و لیتولوژی استفاده شده است. به‌طورکلی آب‌وهوای منطقه در بخش‌های مرتفع و کوهستانی الموت، در فصل زمستان سرد و در تابستان نسبتاً معتدل است (Arasti, 2019). برای بررسی وضعیت اقلیمی حوضه، با استفاده از رابطه (٤) (Hedayati, & Kakavand, 2012)، داده‌های نقطه‌ای ایستگاه‌های هواشناسی اطراف حوضه به لایه سطحی تبدیل گردید.

$$T = -0.004H + 19.54 \quad \text{(٤) رابطه}$$

T: دما، H: ارتفاع، ۱۹/٥٤: عرض از مبدأ. با اعمال رابطه (۱) در لایه ارتفاع منطقه نقشه هم‌دمای منطقه استخراج گردید (شکل ٤. الف). بر این اساس، متوسط سالانه دمای حوضه ۸/٦٥ درجه سانتی‌گراد، متوسط سالانه حداقل دما ۲/۲٥۱ درجه سانتی‌گراد، در مرتفع‌ترین قسمت حوضه (قله خشچال) و متوسط سالانه بالاترین دما حداکثر ١٤/۹۸ درجه سانتی‌گراد، در محل اتصال رودخانه به شاهرود در رجائی دشت برآورد گردید. برای بررسی بارش حوضه، با استفاده از داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه‌های باران‌سنجی به حوضه (باغکلایه، یارفی، خسرود و محمد آباد الموت) با طول دوره آماری ۲٥ ساله، رابطه (٥) برآورد گردید (P: بارش، H: ارتفاع) و با اعمال این رابطه در DEM منطقه، لایه‌ی هم بارش حوضه استخراج شد (شکل ٤. ب). متوسط درازمدت بارش حوضه ٦٤۲/۹۷ میلی‌متر برآورد گردیده است. بر این اساس اکثر بارش‌های سطوح مرتفع که امکان دریافت بارش بیشتر و دمای کمتر دارند، به‌صورت جامد (برف) است و امکان وقوع زمین‌لغزش بیشتری دارند؛ ولی با توجه به مورفولوژی و توپوگرافی حوضه و بر اساس مشاهدات میدانی، چنین استنباط می‌گردد که غلبه حرکات دامنه‌ای در نواحی مرتفع با حرکات ریزشی و در ارتفاعات متوسط حوضه با زمین‌لغزش است.

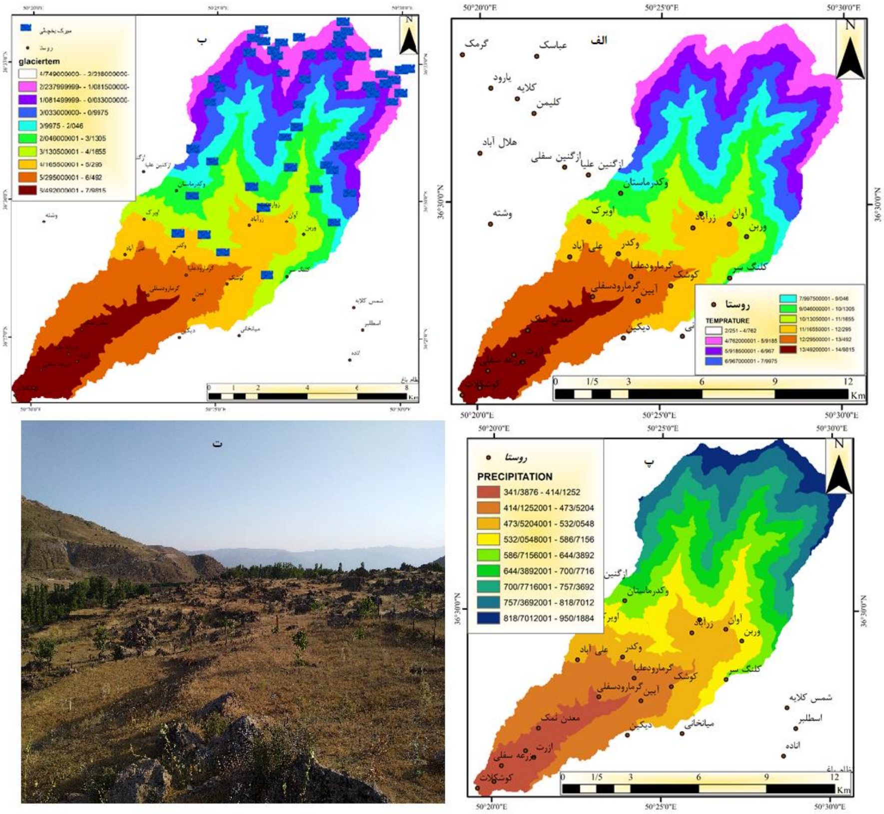
$$P = 0.215H + 123.39 \quad \text{(٥) رابطه}$$

هرچند در شرایط کنونی تشکیل یخچال در حوضه میسر نیست ولی احتمال وجود آن در دوره‌های سرد کواترنری که شرایط دمایی نسبت به امروز ٥ تا ۸ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر بوده(Jadari, 2012) بسیار زیاد است؛ به‌منظور بررسی وضعیت دمایی کواتذنری آثار سیرک یخچالی حوضه شناسایی شد. در محیط‌هایی مثل حوضه که در شرایط کنونی حرکات دامنه‌ای بسیار زیاد رخ داده است، فرم اولیه اکثر سیرک‌ها را برهم خورده است. همچنین تغییر سطح اساس رودخانه‌های حوضه براثر حفر بستر شاهرود و پایین افتادن سطح اساس آن، منجر به فرسایش قهقرایی در سرشاخه‌های شاهرود و ازجمله رودخانه جنه شده و در مجموع شرایط را برای چندنگارگی یا پالمسیست فراهم کرده‌اند. اشکال سطحی که ظاهر آن‌ها آشکارا و به‌آرامی در طول زمان تغییر می‌کند و دربرگیرنده مواریث اقلیمی مختلف و عملکرد فرایندهای کنونی هستند را پالیمسست می‌نامند (Ghasemnezhad, & Hosseinzadeh, 2014). در حوضه بعد از عقب‌نشینی یخچال‌های کواترنری و گرم شدن محیط فرایندهای رودخانه‌ای و حرکات دامنه‌ای، در فرم سیرک‌های یخچالی، جانشین یخچال شده‌اند.

مقدار تغییر فرم سیرک‌های یخچالی با افزایش ارتفاع کم‌تر شده است به‌گونه‌ای که می‌توان در قسمت‌های نزدیک به قله خشچال سیرک‌هایی با تغییرات بسیار جزئی شناسایی نمود که فرم اولیه‌ی خود را حفظ کرده‌اند؛ این‌گونه زمین‌لغزش‌ها در وسعت، طول دامنه و شیب دیواره با زمین‌لغزش‌های پایین‌تر از ارتفاع برف مرز دائمی تفاوت دارند و بافاصله گرفتن از خط‌الرأس وسعت آن‌ها افزایش می‌یابد. بافاصله گرفتن از قلل اصلی حوضه نقش فرایندهای دیگر در داخل زمین‌لغزش‌ها بیشتر از یخچال می‌شود؛ از نواحی مرتفع حوضه به سمت نواحی پست می‌توان سیرک، سیرک – زمین‌لغزش، زمین‌لغزش – سیرک و زمین‌لغزش را به‌خوبی از هم تفکیک نمود.

برای برآورد ارتفاع برف مرز کواترنری از روش رایت استفاده شد؛ در این روش، ارتفاعی که ۶۰٪ از سیرک‌های یخچالی بالاتر از آن قرار دارد به‌عنوان ارتفاع برف مرز دائمی شناخته می‌شود (Ahmadabadi, & fatholah Zadeh, 2018). بر اساس لندفرم‌های سیرکی حوضه اُوان، ارتفاع برف مرز دائمی در دوره سرد کواترنری ۲۷۸۴/۵ متر برآورد گردید. بسیاری از فرم‌های زمین‌لغزشی بالاتر از این ارتفاع، کانتکست سیرک یخچالی داشته‌اند. با توجه به رابطه ارتفاع با دما، دمای این ارتفاع (۷/۰۱ درجه سانتی‌گراد) را از عدد عرض از مبدأ (۱۹/۵٤) رابطه (۱) کسر نموده و با اعمال رابطه جدید در DEM، شرایط دمایی دوران سرد کواترنری بازسازی گردید(شکل ٤. پ). از لایه بازسازی‌شده چنین برمی‌آید که دمای ۵ درجه سانتی‌گراد گذشته، به‌عنوان ارتفاع خط تعادل آب و یخ کواترنری (Ramesht & Babajamali, 20121: 62) با دمای ۱۲ درجه کنونی انطباق دارد؛ درنتیجه زبانه‌های یخچال می‌توانسته تا ارتفاع ۱۶۷۵ متر پیش روی داشته باشد و با توجه به ارتفاع دریاچه(۱۸۰۰ متری) درصورتی‌که دره‌های یخچالی از توپوگرافی غیر از توپوگرافی کنونی تبعیت نموده باشند، امکان داشته در اطراف دریاچه یک شیت یخی وسیع شکل گرفته باشد. پراکندگی بلوکه‌های سنگی، موقعیت ارتفاع برف مرز دائمی حوضه(۲۷۸٤ متر) و شناسایی آثار کم ارتفاع‌ترین سیرک حوضه (۲۵۶۰ متر) در ارتفاعی پایین‌تر از ارتفاع دریاچه (۱۸۱۰)، باعث طرح فرضیه سیرک بودن محل کنونی دریاچه در دوره‌های سرد شده است (Ramesht & Babajamali, 20121: 60). البته یکی از ویژگی مورن‌های سرگردان (بلوکه‌های سنگی)، متفاوت بودن جنس آن‌ها با سنگ‌های منطقه است (جباری، ۱۳۹۶: ۲۷۵) (شکل ٤. ت)درصورتی‌که جنس بلوکه‌های سنگی مسلط به دریاچه اُوان با آندزیت‌های بستر سنگی خود انطباق دارند. بررسی لیتولوژیکی حوضه دال بر این است که ۲۵/۷ ٪ زمین‌لغزش در سازند آواری پایینی،۱۸/۶ ٪ در آهک، ۱۷/۸٪ در سازند الیکا، ۱۳/۶ ٪ در سازند مبارک، ۹/۵ ٪ در بازالت خاکستری تیره، ۵/۱ ٪ در کنگلومرای ضخیم و ٤/۰۱ ٪ در سازند روته رخ داده است. بررسی مساحت زمین‌لغزش در لیتولوژی‌های مختلف نیز حاکی از آن است که بیش‌ترین مساحت زمین‌لغزش در سازند آواری پایینی(۵/۱۵۳ Km^2)، سنگ‌آهک و آهک ماسه‌ای(Km^2 ٤/۲۰۷) و در سازند الیکا (۳/۱۲۱ Km^2) بوده است. بهترین شاخص برای ارزیابی زمین‌لغزش در لیتولوژی‌های

مختلف، نسبت مساحت زمین‌لغزش به نسبت مساحت تفکیک شده لیتولوژی ها است که بیشترین نسبت در سازند الیکا، سازند مبارک، سازند روته و مارن قرمزرنگ بامیان لایه‌ای از ماسه‌سنگ و کنگلومرا بود (شکل ٤. الف).

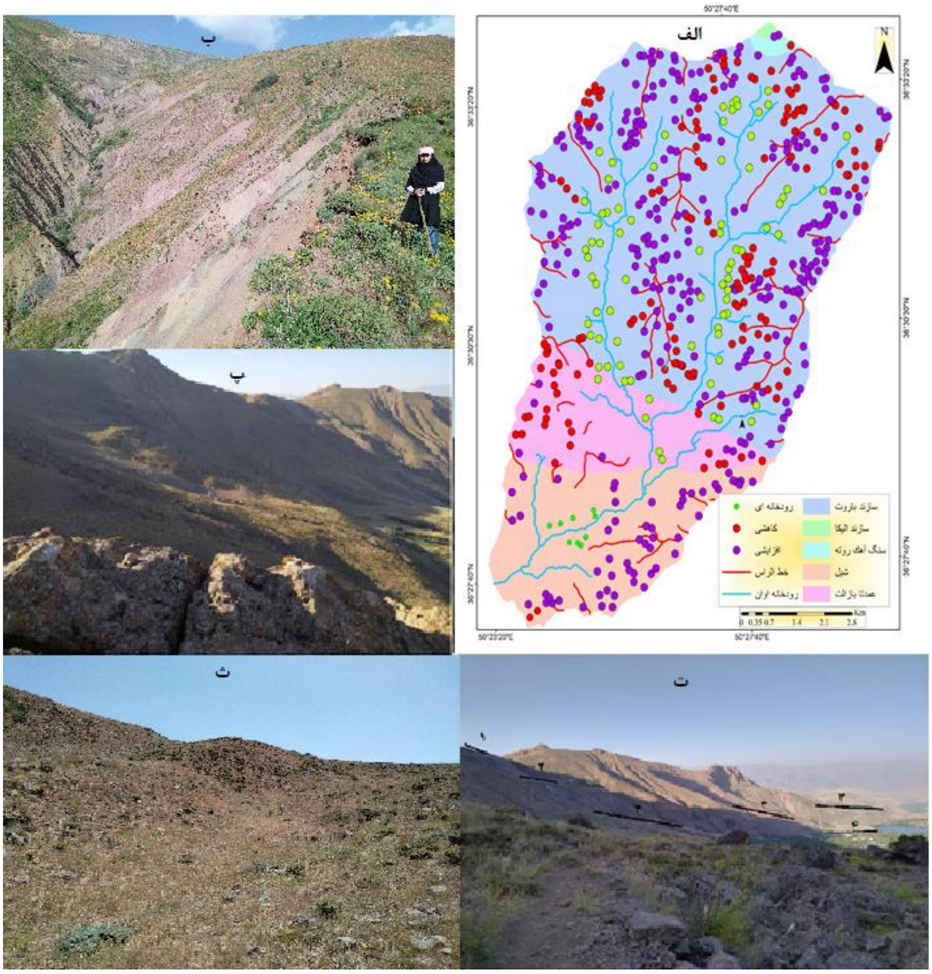


شکل ٤- نقشه هم دمای حوضه در شرایط کنونی. الف. نقشه هم دمای کواترنری حوضه با محل سیرک‌های شناسایی شده. ب. نقشه هم بارش حوضه در شرایط کنونی. پ. بلوکه‌های سنگی باقی مانده از زمین‌لغزش بزرگ شمال اوان. ت.

Fig.4. Current isotherm map of the catchment. a. Quaternary isotherm map of tcatchment with the location of identified cirques. b. Current precipitation map of the catchment c. Rock blocks remaining from the major landslide north of ovan.

یکی از فرضیات وقوع زمین‌لغزش منجر به شکل‌گیری دریاچه، فراهم شدن بستر زمین‌لغزش‌های بزرگ بر اثر وقوع زمین‌لغزش‌های کوچک در مناطق مرتفع‌تر است. برای آزمون این ویژگی در درجه اول زمین‌لغزش‌های اطراف رودخانه که وسعت آن‌ها به تخریب آب جاری در پای دامنه بستگی داشت از زمین‌لغزش‌های دامنه‌ای تفکیک گردید؛ سپس سایر زمین‌لغزش‌ها بر اساس تغییر وسعتشان نسبت به وسعت زمین‌لغزش‌های هم‌جوار از خط‌الرأس‌ها، در گروه افزایشی و کاهشی تفکیک شدند و با توجه به لیتولوژی که در آن واقع‌شده بودند، استخراج و تجزیه‌وتحلیل گردید (شکل ۵. الف، ب، پ و ث). علی‌رغم افزایش وسعت بسیاری از زمین‌لغزش‌ها، تغییرات وسعت آن‌ها را نمی‌توان بافاصله گرفتن از خط‌الرأس در روند خطی ارزیابی نمود ولی

تفکیک و برآورد مساحت زمین‌لغزش‌های افزایشی، کاهشی و رودخانه‌ای، در لیتولوژیهای مختلف، دال بر این است که وسعت بیشترین زمین‌لغزش‌های رخداده در لیتولوژی شیل (۷۰٪)، دولومیت (٤۷٪)، بازالت و آندزیت (۱٥٪) روند افزایشی داشته است. در مورد زمین‌لغزش‌های کاهشی باید گفت که نه‌تنها لیتولوژی بازالت و آندزیت بیشترین زمین‌لغزش‌های کاهشی را به خود اختصاص داده است (٥۳٪)؛ بلکه در این لیتولوژی غلبه با زمین‌لغزش‌های کاهشی است؛ یعنی وسعت زمین‌لغزش‌ها در این نوع لیتولوژی بافاصله گرفتن از خط‌الرأس، کاهش می‌یابد. بعد از لیتولوژی بازالت و آندزیت بیشترین نوع زمین‌لغزش کاهشی ابتدا در دولومیت (۲۰٪) و سپس در شیل رخ‌داده است. ۳۳٪ از مجموع زمین‌لغزش‌های رودخانه‌ای در لیتولوژی دولومیت، ۳۲٪ در بازالت و آندزیت و ۲۹٪ در شیل واقع‌شده‌اند.



شکل ٥- انواع زمین‌لغزش‌ها در حوضه. افزایشی و کاهشی. الف. تغییر زمین‌لغزش دامنه‌ای (سمت راست) به رودخانه‌ای (سمت چپ) ب. انعکاس زمین‌لغزش دامنه‌ای (سطوح پلکانی متعدد در مرکز عکس) پ. سطوح زمین‌لغزش در شرق دریاچه اوان (چهار سطح متداخل زمین‌لغزشی شناسایی شد) ت. زمین‌لغزش نزدیک خط‌الرأس ث.

Fig.5. Types of landslides in the catchment. Increasing and decreasing. a. Change of a slope landslide (right side) to a riverine landslide (left side). b. Reflection of a slope

landslide (multiple terraced surfaces in the center of the photo). c. Landslide surfaces in the east of Ovan Lake (four interleaved landslide surfaces identified). d. Landslide near the ridge line.

بررسی کلی وسعت زمین‌لغزش‌های افزایشی، کاهشی و رودخانه‌ای بیان‌کننده این موضوع است که ٪٤٦ از وسعت کل زمین‌لغزش‌ها بافاصله گرفتن از خط‌الرأس افزایش داشته است؛ ٪۳۲/۵ از کل زمین‌لغزش‌ها در مجاورت رودخانه‌ها رخ‌داده‌اند و فقط ٪۲۰/۸ از زمین‌لغزش‌ها وضعیت کاهشی داشته‌اند. وضعیت کاهش مساحت در زمین‌لغزش‌های درون لیتولوژی شیلی به حداقل خود رسیده به‌گونه‌ای که فقط یک مورد از بین ۷۸ زمین‌لغزش این لیتولوژی روند کاهشی داشته است و ٥٤ مورد آن روند افزایشی داشته است. بررسی مساحت زمین‌لغزش رخ‌داده در وسعت هر لیتولوژی دال بر این است که ٪٥١/٧ (۹/٦ Km^2) از مساحت کل زمین‌لغزش‌ها(۱۸/۸۱ Km^2) شرایط افزایشی، ٪۳۳/٥٥ از مساحت زمین‌لغزش‌ها شرایط رودخانه‌ای و فقط ٪۱٥/۳۸ از مساحت زمین‌لغزش‌ها روند کاهشی داشته‌اند. زمین‌لغزش‌های رودخانه‌ای در لیتولوژی شیل با آندزیت و بازالت وضعیتی یکسان دارند؛ درصورتی‌که شرایط برای زمین‌لغزش‌های افزایشی در لیتولوژی شیل و زمین‌لغزش‌های کاهشی در بازالت و آندزیت مساعدتر است (جدول ۱).

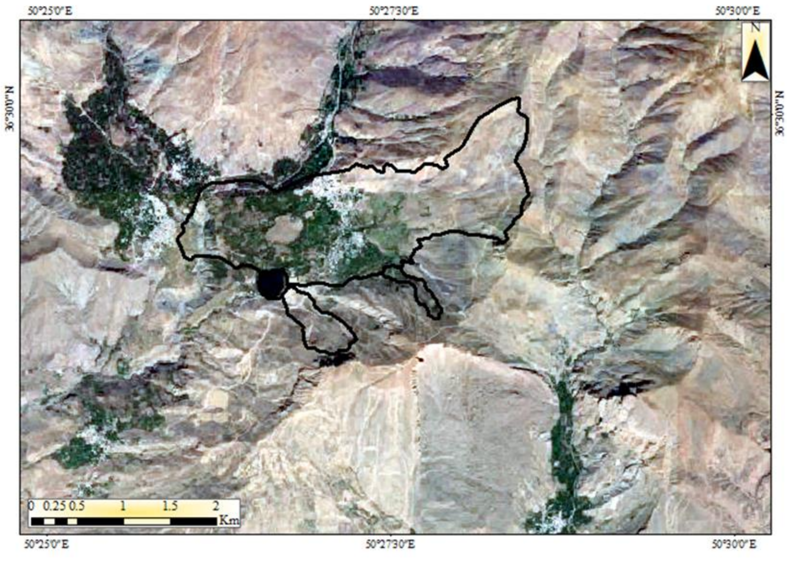
جدول ۱- توزیع زمین‌لغزش در لیتولوژی‌های مختلف در نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰

Table1- Distribution of landslides in different lithologies on 1:100,000 geological maps

لیتولوژی و مساحت برحسب Km^2 و ٪		نوع زمین‌لغزش	مساحت	تعداد	تراکم زمین‌لغزش در Km^2	تراکم زمین‌لغزش٪	تعداد زمین‌لغزش٪	تراکم زمین‌لغزش نسبت به‌کل حوضه٪	مساحت زمین‌لغزش٪
دولومیت	۷۸/٤٥ (٪٦۸)	افزایشی	۷/۰۷۸	۲٥٥	٤/٥۱	۱۲/٥۳	٤۷	٪۸۱	٪۷۸
		کاهشی	۲/۲۹	۱۱۳	۲/۰۰۰	٤	۲۰		
		رودخانه‌ای	۱/۹۲٦	۱۸۲	۳/۲۲	۲٦	۳۳		
		کل	۱۱/۲۹٦	٥٥۰	۹/۷۳	٤۲/٥۳	۱۰۰		
شیل	۱٥/٤۳ (٪۱۸/٥)	افزایشی	۱/٦۰۳	٥٤	۳/٤۹	۱۰/۳	۷۰	٪۱۱	٪۱٤
		کاهشی	۰/۰٤۷	۱	۰/۰٦٤	۰/۳	۱		
		رودخانه‌ای	۰/۳۱۲	۲۳	۱/٤۹	٦	۲۹		
		کل	۱/۹۷	۷۸	٥/۰٤٤	۱٦/٦	۱۰۰		
بازالت و آندزیت	۱۰/٥۷ (٪۱۲/۷)	افزایشی	۰/۳۱٥	۸	۰/۷٥	۲/۹	۱٥	٪۷	٪۷/٥
		کاهشی	۰/٥٥٥	۲۸	۲/٦٤	٥/۲	٥۳		
		رودخانه‌ای	۰/۲۰۷	۱۷	۱/٦۰	۱۳	۳۲		
		کل	۱/۰۷۷	٥۳	٥/۰۱	۲۱/۱	۱۰۰		

سازند الیکا	۰/۱۶ (۰/۲٪)	افزایشی	۰/۰۶۱	۱	۶/۲۵	۳۸/۱	۱۰۰	٪۰/۱	٪۰/۴
		کل	۰/۰۶۱	۱	۶/۲۵	۳۸/۱	۱۰۰		

Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019) در ارتباط با محل دریاچه، چهار لغزش بزرگ شناسایی کرده‌اند؛ عمق متوسط بزرگ‌ترین آن‌ها، ۵۰ متر و مساحت ۳۸۰ هکتار برآورد شده است. دو زمین‌لغزش کوچک با مساحت ۷ و ۲۳ هکتار و عمق کم در اولین زمین‌لغزش شناسایی کرده‌اند (شکل ٦). لغزش چهارم با مساحت ۲۵ هکتار به‌طور کامل در درون اولین زمین‌لغزش شکل‌گرفته است. بر اساس گفته غواصان تا عمق ۱۸ متری دریاچه می‌توان غواصی کرد؛ از آن به بعد آب با فشار رسوبات ماسه‌ای را به سمت بالا هدایت می‌کند و غواصی را به قسمت‌های عمیق‌تر با مشکل مواجه می‌کند؛ بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که قبل از وقوع زمین‌لغزشی که باعث ایجاد دریاچه شده این آب در درون زمین وجود داشته است؛ درواقع شرایط لیتولوژیکی و هیدرولوژیکی، آب را تحت‌فشار قرار داده و براثر این فشار، آب به سمت بالا هدایت می‌شود؛ چنین وضعیتی از زمان تثبیت ساختار زمین‌شناسی منطقه وجود داشته است. قبل از وقوع زمین‌لغزش‌ها، آب دریاچه از درون زمین به داخل لایه‌ها نفوذ کرده و با هوازدگی آن‌ها از درون، زمینه تخریب کنگلومرا و تخلیه مواد را فراهم نموده است.



شکل ٦- نقشه زمین‌لغزش‌های تهیه شده در نزدیکی منطقه به‌وسیله (Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019)

Fig.6. Landslide map prepared in the surrounding area by Ehteshami-Moinabadi & Nasiri (2019)

در سطوح ارضی اطراف دریاچه می‌توان آثار زمین‌لغزش‌های متداخل و چند دوره‌ای را ردیابی نمود؛ آثار آن‌ها به‌صورت تراس‌های توپوگرافیکی در اطراف دریاچه قابل‌ردیابی است (شکل ۵. ت). همان‌طور که از اشکال

برمی‌آید سه سطح زمین‌لغزش در اطراف دریاچه مشخص شده است که با مطالعات Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019 انطباق دارد.

نتیجه‌گیری

شناسایی و احاطه محقق بر پدیده موردنظر، در چگونگی پدیدار شدن آن اهمیت بسیار زیاد دارد. در بررسی مسائل مربوط به زمین‌لغزش حوضه اوان و شکل‌گیری دریاچه، توجه به چند مورد حائز اهمیت است: ۱- گاه اثر لیتولوژی بر زمین‌لغزش فقط به‌صورت تنهایی مدنظر قرار می‌گیرد؛ اما آنچه اهمیت لیتولوژی را در ایجاد حرکات دامنه‌ای از انواع مختلف و بخصوص زمین‌لغزش تشدید می‌نماید، مساعد بودن لیتولوژی برای جذب آب و حرکات دامنه‌ای است. نفوذ آب در میان لایه‌های مثل شیل، شیل ژیپس دار، گل‌سنگ ژیپس دار شیل سیلتی تاکمی ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک، در درون سنگ‌های آهکی یا دولومیتی، در مجاورت توده‌های بازالتی و آندزیتی، شرایط هیدرولوژی را برای وقوع زمین‌لغزش فراهم می‌کند. حرکات دامنه‌ای از نوع لغزش، در چنین شرایطی، باعث ایجاد حوضچه‌های بسته شده است که آب در آن‌ها جمع شده و بانفوذ در بین لایه‌ها، شرایط را برای جا به جایی مواد در بزرگ‌تر، در پایین‌دست فراهم می‌نمایند. چنین تحولی در حوضه اوان باعث تخلیه رسوبات حساس در مقابل فرسایش و برجسته شدن آندزیتهای شمال دریاچه شده است. در یک جابه‌جایی ناگهانی، مواد آندزیتی به‌صورت بلوکه‌های بزرگ ریزش داشته‌اند. ضخامت کنگلومرای اندج (به‌طور نسبی ۱۰۰۰ متر)، در جنوب دریاچه، بانفوذ توده مارن قرمزرنگ بامیان لایه ماسه‌سنگ، به حداقل ممکن می‌رسد (۴۳۵ متر)؛ و با سیمان سست‌تر، زمینه را برای هوازدگی و انتقال مواد هوازده فراهم کرده است. ۲- شرایط اقلیم معتدل و نیمه مرطوب حوضه، با بارش‌های قابل‌توجه، آب موردنیاز را برای نفوذ در بین لایه‌ها و فراهم کردن شرایط لغزشی، نقش مهمی داشته است. ۳- گسل مساعدترین لیتولوژی برای زمین‌لغزش (واحد سبز و قصرقند) را در مجاورت لیتولوژی مقاوم (سازند فجر) در مقابل زمین‌لغزش قرار داده است و وقوع زمین‌لغزش در محل برخورد و اتصال دولایه شرایط تشکیل دریاچه را فراهم کرده است. ٤- رودخانه حوضه اوان (جنه) در رجایی دشت به رود شاهرود می‌ریزد. تغییر سطح اساس شاهرود، به شکل دره‌هایی با عمق بیش از ٤٠٠ متر را ایجاد نموده و شرایط فرسایش قهقرایی را فراهم کرده است. فرسایش قهقرایی منجر به عقب‌نشینی سریع رودخانه‌ها تا جبهه کوهستان با لیتولوژی مقاوم شده و با تخلیه پایه سنگ‌های مقاوم، شرایط را برای وقوع زمین‌لغزش در آن‌ها فراهم کرده است. ٤- در عمق ۱۸ متری دریاچه آب با فشار زیاد و رسوبات ماسه‌ای فراوانی به طرف سطح رانده می‌شود. شرایط لیتولوژیکی، قبل از وقوع زمین‌لغزش نیز آب را تحت‌فشار قرار می‌داده است؛ یکی از عوامل تسهیل‌کننده زمین‌لغزش، آب تحت‌فشاری بوده شرایط را برای رخ داد سولی فولیکسیون یا روانی گلی فراهم کرده است. سطح پیزومتری آب‌های زیرزمینی، با فراهم نمودن شرایط وقوع زمین‌لغزش‌های متعدد، نقش اساسی در شکل‌گیری دریاچه اُوان بازی کرده است. ۵- وجود زمین‌لغزش‌های

افزایشی در حوضه، دال بر این است که با وقوع زمین‌لغزش‌های کوچک و متعدد، زمینه برای زمین‌لغزش بزرگی همانند آنچه(Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, (2019 گزارش داده‌اند، فراهم شده و دریاچه اُوان شکل گرفته باشد. حضور دریاچه در پایین‌دست زمین‌لغزش‌های متعدد بیان‌کننده اثرگذاری چندین زمین‌لغزش در موفولوژی کنونی دریاچه اُوان و سطوح ارضی اطراف آن است. هرچند وجود بلوکه‌های سنگی متعددی در اطراف دریاچه، ارتفاع برف مرز دائمی حوضه در ارتفاع ۲۷۸٤ متر و شناسایی آثار سیرکی در ارتفاع ۲۵٦۰، می‌تواند تشکیل دریاچه را طبق یافته‌های Ramesht & Babajamali (2021)، به پیشروی یخچال‌های کواترنری، مرتبط سازد؛ ولی نتایج این مقاله نشان می‌دهد شکل‌گیری دریاچه به عوامل دیگری غیر از یخچال در ارتباط است و دریاچه بعد از عقب‌نشینی یخچال‌ها و در دوره‌های اخیر شکل گرفته است و حتی شکل‌گیری آن می‌تواند مستقل از زمین‌لرزه نیز باشد.

References

Ahmadabadi, A., & fatholah Zadeh, M. (2018). Investigating the Changes of Snow Line in Oshtorankuh Region from Late Quaternary to now. *Quantitative Geomorphological Research*, *7*(1), 180-192. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1397.7.1.12.6

Ambraseys, N.N., & Melville C.P. (1983). Seismicity of Yemen. *Nature, 303*, 321-323. https://doi.org/10.1038/303321a0

Ami Ahmadi, M., & Mahmoudi, A. (2016). The Place of Identity in Contemporary Iranian Architecture. Paper presented at the Third Annual Conference on Architecture, Urban Planning and Urban Management Research (Iran), Shiraz. [In Persian] https://en.civilica.com/doc/650925/

Amir, P. (1379). God of Alamut (Zabihullah Mansouri, Trans). Tehran: Duniya Danesh.

Anabestani, A., & Moeini, A. (2021). The Effect of Place Identity on the Livability of Peri-Urban Villages of Mashhad Metropolis. *Geographical Planning of Space*, *11*(39), 69-90. [In Persian] https://doi.org/10.30488/gps.2019.183416.3038

Arasti, A. R. (2019) *Evaluation of the ecological potential of the watershed of the Shahroud River, Alamut District, Qazvin Province, for the development of the medicinal plants of Borage Flower and Badranjbouye, considering the limitation of water resources, and using the Analytic Hierarchy Process (AHP),* Ali Khahe Asl, M. Master's degree, Payam Noor University, Tehran, Department of Agriculture. [In Persian] https://ganj.irandoc.ac.ir/viewer/ae587497888cbc1ca47710e280e70eed?sample=1

Asgari, G., Yassaghi, A., & Madanipour, S. (2015). Structural Geomerty of Moallem Kelayeh Inlier; An Evidence of Inversion Tectonic and Dextral Transpression in West Central Alborz Range. *Journal of Tectonics*, 1, 2-19. [In Persian] https://tectonics.birjand.ac.ir/article_1021.html

Ashjari, J., Kakavand, E., Malek Abbaslu, E., Shihgar, M., Amjadian, M.R., & Bamani Ahmedabad, M. (2020, February). Hydraulic Interaction of Underground Water and Lakes in Mountainous Areas, (A Case Study of Ovan Lake in Alamut Region of Qazvin Province). Paper presented at the 18th conference of Iran Hydraulic Conference (Iran), Teheran(pp.1-9). [In Persian] https://en.civilica.com/doc/998907/

Badiee Azandahie, M., & Pooyandeh, M. H. (2013). Phenomonology and the Relationship between Identity and Place in the Geographical Scales. *Journal of Human Geography*, 5(2), 1-19. [In Persian] https://sid.ir/paper/177091/en

Beheshti Rad, M., Feiznia, S., Selajegeh, A., & Ahmadi, H. (2009), Investigating Applicabality of Certainty Factor Landslide Hazard Zonation Model, (A Case Study Moalemkalaye Watershed). *Journal of Physical Geography*, 2(5), 19-28. [In Persian] https://sid.ir/paper/185094/en

Berberian M, Jackson, J A, Ghorashi M, & Kadjar M H. (1984). Field and Teleseismic Observations of the 1981 Golbaf–Sirch Earthquakes in SE Iran. *Geophysical Journal International*, 77(3), 809-838. https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1984.tb02223.x

Berberian, M., Qorashi, M. Jackson, J. A., Priestley, K. & Wallace, T. (1992). The Rudbar-Tarom Earthquake of 20 June 1990 in NW Persia: Preliminary Field and Seismological Observations, and its Tectonic Significance. *Bulletin of the Seismological Society of America*; 82 (4), 1726–1755. https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-abstract/82/4/1726/119642/

Berberian M., & Walker, R. (2010). The Rudbār M w 7.3 Earthquake of 1990 June 20; Seismotectonics, Coseismic and Geomorphic Displacements, and Historic Earthquakes of the Western ‘High-Alborz’, Iran. *Geophysical Journal International*, 182(3),1577-1602. https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2010.04705.x

Borji, S., & Naserul Mamar, K. (2016, December). Investigating the Capabilities of Ecotourism in the Ovan Lake Basin Using Environment-Based Architecture. Paper presented at the 5th International Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architectural & Urban Development, singapore (pp.318-333). [In Persian] https://www.sid.ir/paper/870954/fa

Ehteshami-Moinabadi, M, & Nasiri, S. (2019). Geometrical and Structural Setting of Landslide Dams of the Central Alborz: A Link Between Earthquakes and Landslide Damming. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78, 69-88. https://doi.org/10.1007/s10064-017-1021-8

Entezari, M., Entezari, M., & Izadi, Z. (2014). Assessment of Landslide Zonation by Binary Statistical Method. *Geography and Environmental Planning*, *24*(4), 205-226. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1392.24.4.16.7

Garaee, P. (2011). Determining the Most Appropriate Method of Landslide Risk Zoning in Vastan-Sari Watershed. *Researches in Earth Sciences*, *2*(2), 93-114. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088299.1390.2.2.1.9

Ghasemnezhad, M., & Hosseinzadeh, S. (2014). Ibn Sina and uniformitarianism. *Geography and Environmental Planning*, *25*(3), 43-62. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1393.25.3.5.1

Ghazanfari, P., Kave Ahangar, S., & Salavati, Z. (2016, February). Identifying the Textural Characteristics of Ovan Lake Deposits, North East of the Earth. Paper presented at the First International Conference and the Third National Quaternary Conference with the Slogan (Environmental Awareness, Future Along the Past) (Iran), Tehran. [In Persian] https://civilica.com/doc/757334

Guzzetti F, Reichenbach P, Cardinali M, Galli M, & Ardizzone F. (2005). Probabilistic Landslide Hazard Assessment at the Basin Scale. *Geomorphology*, 72, 272-299. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.06.002

Hedayati, A., & Kakavand, R. (2012). Climatic Zoning of Qazvin Province. *Nivar*, 36(76-77), 59-66. [In Persian] https://nivar.irimo.ir/article_13201.html

Jabari, I. (2016). *Geomorphology of Building, Process and Landforms*. Teheran: Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books (Samt), Humanities Research and Development Institute. [In Persian]

Jadari, A. (2012). *Geomorphology of Iran*. Tehran: Printing and Publishing Center of Payam Noor University. [In Persian]

Jamalabadi, J., Safari, F., Borabadi, A., & Al-Mohammad, M. (2021). Identification and Zoning of Susceptible Area of Landslide in the Javroud Rural District. *Emergency Management*, *10*(2), 47-55. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453915.1400.10.2.4.6

Kamranzad, F., Mohasel Afshar, E., Mojarab, M., & Memarian, H. (2016). Landslide Hazard Zonation in Tehran Province Using Data-Driven and AHP Methods. *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, *25*(97), 101-114. [In Persian] https://doi.org/10.22071/gsj.2015.41372

Kang, T. (2009). Homeland Re-Territorialized: Revisiting the Role of Geographical Places in the Formation of Diasporic Identity in the Digital Age. *Information, communication & society*, 12(3), 326-343. https://doi.org/10.1080/13691180802635448

Karimi Sengchini, I., Ong, M., & Saaduddin, A. (2016). Landslide Hazard Management for Two Normal and Critical Scenarios in the Chehel - Chay Watershed, Golestan Province. *Journal of Watershed Management Resarch*. *7*(13), 181-173. [In Persian] https://doi.org/10.18869/acadpub.jwmr.7.13.181 (2011). -

Kashi, H., & Bonyadi, N. (2013). Stating the Model of Identity of Place-Sense of Place and Surveying its Constituents (Case Study: Pedestrian Passage of Shahre Rey). *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, *18*(3), 43-52. [In Persian] https://doi.org/10.22059/jfaup.2013.51317

Khodaie R., & Jafari, G.H. (2022). Morphometry and Reconstruction of the Moallem-Kalaye Landslide. *Journal of Natural Environment Hazards*, 12(35), 59-78. [In Persian] https://www.sid.ir/paper/1146073/en

Khodaei Geshlag, L., Roostaei, S., Mokhtari, D., & Valizadeh Kamran, K. (2021). Application of the Interferometry Synthetic Aperture Radar (InSAR) in Monitoring and Evaluating Landslides (Case Study: Ahar-Varzeghan Region). *Journal of Geography and Planning*, *25*(75), 113-126 [In Persian] https://doi.org/10.22034/gp.2021.10847

Klarstaghi, A., Habibnejad, M., & Ahmadi, H. (2008). A Study of Landslide Occurrence in Relation to Land Use Changes and Road Construction Case Study Tadjan Watershed, Sari. *Geographical Research Quarterly, 40*(1), 81-91. [In Persian] https://jrg.ut.ac.ir/article_19191.html?lang=en

Knight, D. B. (1982). Identity and Territory: Geographical Perspectives on Nationalism and Regionalism. Annals of the Association of American Geographers, 72(4), 514-531. https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1982.tb01842.x

Lee, S., Ryu, J.H, Won, J.S, & Park, H.J. (2004). Determination and Application of the Weights for Landslide Susceptibility Mapping Using an Artificial Neural Network. *Engineering Geology*, *71*,289-302. https://doi.org/10.1016/S0013-7952(03)00142-X

Madi, H., Beh Afrid, A. B., Asadiha, A., & Tehranchi, N. (2014, February). Locating and Organizing Tourism Service Centers in the Ovan Lake Basin with a Sustainable Development Approach. Paper presented at the Urban Planning and Sustainable Development, the First National Conference on Geography, Urban Planning and Sustainable DevelopmenT (Iran), Tehran (pp. 1-13). [In Persian] https://civilica.com/doc/265732

Malamud B D, Turcotte D L, Guzzetti F, Reichenbach, P. (2004). Landslide Inventories and their Statistical Properties. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29(6),687-711. https://doi.org/10.1002/esp.1064

Masso, A. (2010). Geographical Perspective on Identity Construction: Identification Strategies of Russian Youth in Estonia. *International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, *5*(6), 51-62. https://doi.org/10.18848/1833-1882/CGP/v05i06/51763

Memarian, H., & Sayarpour, M. (2006). Errors Introduced by Slope Gradient in Landslide Hazard Zonation Mapping. Journal of Faculty of Engineering (University of Tehran), 40(1 (95), 105-113. [In Persian] https://www.sid.ir/paper/14546/en

Mogimi, I. (1385). Wind Dynamics and System Based on Compression and Erosion Patterns in Lot Pain. *Desert*, 11(1), 177-186. https://sid.ir/paper/5286/fa

- Moghimi, E., Alavi Panah, K., & Jafari, T. (2008). Evaluation and Zonation of Effective Factors on Landslide Occurrence of Aladagh Northern Slopes. *Physical Geography Research*, *40*(64), 53-75. [In Persian] https://jphgr.ut.ac.ir/article_26906.html?lang=en

Mohibian, Sh., Ghazanfari, P., & Ahankar, A. (2011, November). Lake Evan Geotourism. Paper presented at the 5th National Geological Conference of Payam Noor University (Iran). Zanjan - Abhar(pp.1-6). [In Persian] https://civilica.com/doc/194008

Mokaram, M., & Shaygan, Mehran (2018). Landslide risk assessment and its relationship to the type of landform in the GIS. *Quantitative Geomorphological Research*, *6*(4), 17-31. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1397.6.4.2.9

Monavari, M., Shariat, M., Dashti, S., & Sabzghabaei, G.R. (2009). Environmental Potential Evaluation of Zakherd Watershed for Urban Development Through GIS [Special Issue]. *Journal of Environmental Science and Technology*, 11(1), 199-208. [In Persian] https://sid.ir/paper/87128/en

Mousapour M Y. (2018). Rethinking of the Ornament in rural house (Case study: Ovan village in Qazvin). *Journal of Housing and Rural Environment*. *37*(162), 3-20. https://doi.org/10.22034/37.162.3

Nazari, H., Ritz, J.F., Salamati, R., Shafei, A., Ghassemi, A., Michelot, J.L. & Ghorashi, M. (2009). Morphological and Palaeoseismological Analysis Along the Taleghan Fault (Central Alborz, Iran). *Geophysical Journal International*, *178*,1028-1041. https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2009.04173.x

Panchal, S, & Shrivastava, A.K. (2022). Landslide Hazard Assessment Using Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study of National Highway 5 in India. *Ain Shams Engineering Journal*, 13,101626. https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.10.021

Pasban, E., Khodabakhsh, S., Garibreza, M., Kabiri, S., & Bahiraei, N. (2018). A Quantitative Study on Channel-Bed Changes of the Alamut and Shahrud Rivers (N Qazvin) in 1981-2015 Period Times. *Scientific Semiannual Journal Sedimentary Facies*, *11*(1), 15-34. [In Persian] https://doi.org/10.22067/sed.facies.v11i1.64450

Paasi, A. (1997). Geographical Perspectives on Finnish National Identity. *GeoJournal*, 43, 41-50. https://doi.org/10.1023/A:1006885503314

Rajabi M, Rezaei Moghadam M H, & Takzare A. (2022). Quantitative Analysis of Landslide Risk and Its Zoning in Alamut River Basin Using Logistic Regression Method. *Journal of Geographic Space*, 22(77), 1-14. [In Persian] http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-3407-en.html

Ramesht, M.H. & Babajamali, F. (2021). *Iran's Analytic Geomorphology*. Tehran: Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books (Samt). [In Persian]

Ramezani, B., & Ebrahimi, H. (2010). Landslide and its Stabilization. *Environmental Based Territorial Planning (Amayesh)*, 2(7), 129-139. [In Persian] https://www.sid.ir/paper/130428/en

Refahi, H. (2003). *Water Erosion and Its Control* (4th ed). Tehran: Publishing and Printing Institute of Tehran University. [In Persian]

Roostaei Sh. , & Ahmadzadeh, H. (2012). Landslide Hazard Zonation in the Tabriz-Marand Road Using RS and GIS. *Quantitative Geomorphological Researches*, 1(1). [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1391.1.1.4.6

Safari, S., Askaripour, N., Roshan Ara, S., Adavodi, R., Taheripour, N., & Bayat Dashlibron, F. (December, 2016). An Analysis of Environmental Characteristics of Avan Negin Abi Lake, Qazvin Plain. Paper Pesented at the 15th Iranian Hydraulics Conference(Iran), Qazvin, 1-8. [In Persian] https://en.civilica.com/l/7007/

Sepahvand, S., & Ramesht, M. H. (2022). Space Identity and Psychosomatic. *Geography and Development*, *20*(69), 1-15. [In Persian] https://doi.org/10.22111/gdij.2022.7268

Shano, L., Raghuvanshi, T.K., & Meten, M. (2022). Landslide Hazard Zonation Using Logistic Regression Model: The Case of Shafe and Baso Catchments, Gamo Highland, Southern Ethiopia. *Geotechnical and Geological Engineering,* 4, 83-101. https://doi.org/10.1007/s10706-021-01873-1

Valdés Carrera A.C., Mendoza M.E., Allende, T.C., & Macías J.L. (2021). A Review of Recent Studies on Landslide Hazard in Latin America. *Physical Geography,* 44(3), 243-286. https://doi.org/10.1080/02723646.2021.1978372

Van Westen, C. J., Seijmonsbergen, A. C., & Mantovani, F. (1999). Comparing landslide hazard maps. *Natural hazards, 20*(2), 137-158. https://doi.org/10.1023/A:1008036810401

Yar Ahmadi, J., & Roostaei, S. (2018). *Quantitative Geomorphological Research*, *2*(2), 119-133. [In Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1392.2.2.6.7

Yavari Ramshe., S., & Ataei Ashtiani, B., & Najafi Jilani, A. (2009). Numerical Simulation of Impulsive Wave Caused by Landslides at Maku Dam Reservoir. Journal of Civil Engineering Islamic Azad University, 1(3), 10-20. [In Persian] https://www.sid.ir/paper/199460/fa